

## О МЕТОДИКЕ РАЗДЕЛЕНИЯ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОРЦОВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Г. Л. КУФАРЕВ, А. А. КОЗЛОВ

(Представлена научным семинаром кафедр станков и резания металлов  
и технологии машиностроения)

В работах [1, 2] приведен вывод теоретических двучленных уравнений для расчета сил резания при торцовом фрезеровании. Вывод данных уравнений и методика разделения сил на две самостоятельные группы базируются на следующих положениях:

1. Силы на передней поверхности инструмента при постоянной степени деформации изменяются прямо пропорционально поперечному сечению срезаемого слоя.

2. Силы на задней поверхности практически не зависят от толщины срезаемого слоя.

При обработке черных металлов на богатом экспериментальном материале доказано [3, 4 и др.], что режим постоянной температуры на передней поверхности соответствует режиму постоянной степени пластической деформации срезаемого слоя и, следовательно, разделение сил можно проводить как при постоянной усадке стружки, так и при постоянной температуре. Для того, чтобы выяснить применима ли такая методика разделения сил при обработке цветных металлов, были проведены специальные опыты.

При проведении опытов с помощью естественной термопары измерялась температура резания, и по отобранной стружке определялась ее усадка. Силы резания (окружная  $P$  и сила подачи  $P_s$ ) измерялись с помощью упруго-электрической аппаратуры с индуктивными датчиками.

Опыты проводились торцовыми быстрорежущими и твердосплавными фрезами с ножами из сплава ВК8. В качестве исследуемых материалов были приняты пластичные цветные металлы: латунь Л62, бронза БрА Ж9-4, красная медь М1 и дюралюминий Д-1.

На рис. 1 представлена зависимость изменения усадки стружки от температуры (температура указана в показаниях микроамперметра) для случая фрезерования твердосплавной фрезой латуни Л62.

Как видно из графика, экспериментальные точки надежно ложатся на одну кривую. Это свидетельствует о том, что, несмотря на широкий диапазон изменения скорости резания и подачи ( $v = 19-980$  м/мин;  $S_z = 0,02 \div 0,503$  мм/зуб), режим постоянной температуры близок к режиму постоянной усадки. Аналогичные результаты получены при фрезеровании бронзы и дюралюминия торцовой фрезой с передним углом  $\gamma = +10^\circ$ .

Качественно другая картина получается при фрезеровании меди. Опыты показали, что разброс экспериментальных точек в этом случае

значительно больше, чем для предыдущих металлов, причем этот разброс не случайный, а имеет определенную закономерность — с увеличением подачи усадка стружки при постоянной температуре уменьшается.

При фрезеровании меди фрезой с передним углом  $\gamma = +18^\circ$  абсолютное значение усадки стружки снижается, уменьшается и разброс экспериментальных точек, однако характер этого разброса остается таким же, как и для  $\gamma = +10^\circ$ .

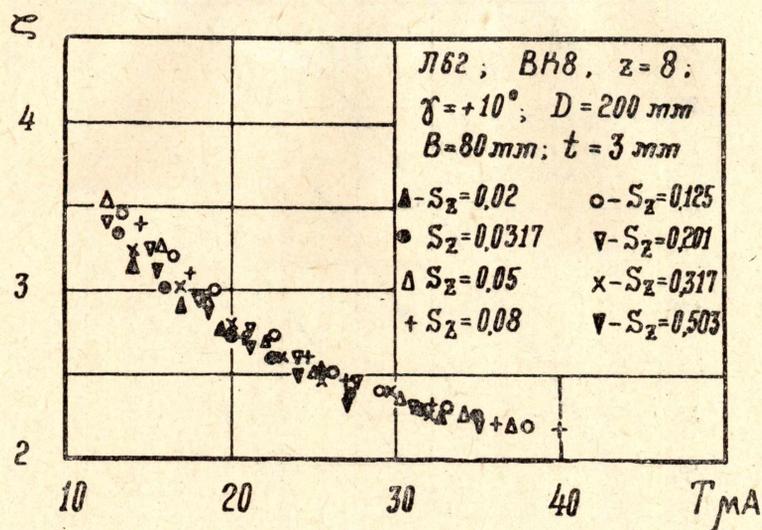


Рис. 1

Подобная же картина, когда с увеличением подачи усадка стружки при режиме постоянной температуры уменьшается, наблюдается не только при обработке меди, но и при обработке латуни Л62 торцовой фрезой с передним углом  $\gamma = 0^\circ$ , тогда как при фрезеровании этой же латуни фрезой с  $\gamma = +10^\circ$  (рис. 1) разброс экспериментальных точек совершенно незначителен.

Подобная картина получена и при фрезеровании указанных металлов торцовыми быстрорежущими фрезами.

Анализ экспериментальных данных по торцовому фрезерованию исследованных пластичных цветных металлов показал, что режиму постоянной температуры соответствует режим постоянной усадки в широком диапазоне изменения режимов резания и геометрии инструмента только при фрезеровании бронзы БрАЖ9-4. Таким образом, только для нее можно проводить разделение сил на две самостоятельные группы при условии постоянной температуры.

При этом, как видно из рис. 2 (прямая 3), зависимость окружной силы  $P$  от подачи на зуб  $S_z$  представляет собой прямую линию, не проходящую через начало координат. Отрезок, отсекаемый ею на оси ординат, соответствует значению силы на задней поверхности в направлении резания.

При обработке меди в широком диапазоне изменения режимов резания и геометрии инструмента режиму постоянной температуры соответствует различная усадка стружки, причем она тем больше, чем меньше подача. Отсюда следует, что при постоянной температуре силы резания не будут увеличиваться пропорционально увеличению подачи, зависимость  $P = f(S_z)$  при  $T = \text{Const}$  будет представлять собой не прямую, а некоторую кривую (рис. 2, кривая 1) и, следовательно,

проводить разделение сил на две группы при постоянной температуре нельзя. Разделение сил на силы на передней и на задней поверхности при обработке меди можно проводить только при режиме соответствующем постоянной усадке стружки. При этом (рис. 2, кривая 2) зависимость  $P = f(S_z)$  представляет собой прямую линию и, следовательно, сила резания изменяется прямо пропорционально сечению срезаемого слоя.

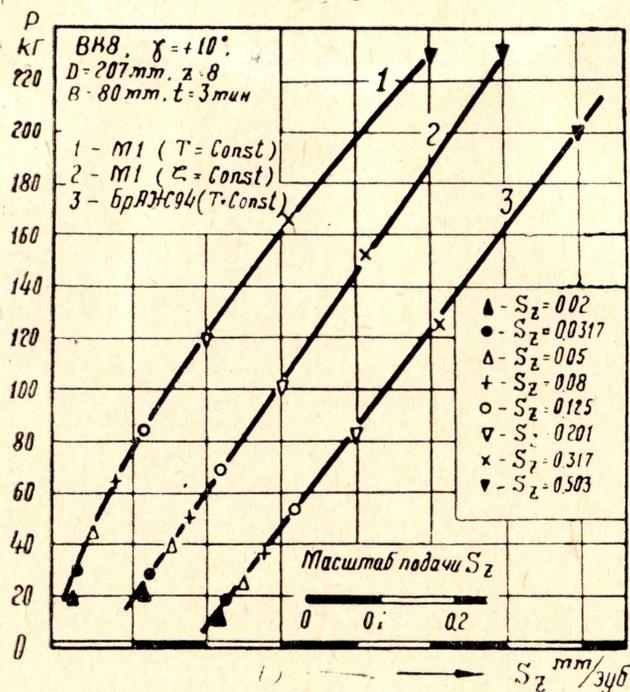


Рис. 2

Для двух остальных цветных металлов — латуни Л62 и дюралюминия Д-1, как показал анализ экспериментального материала, режиму постоянной температуры соответствует постоянная усадка только при положительных передних углах. Поэтому только для этих условий можно провести разделение сил на силы на передней и задней поверхности при условии постоянной температуры. В общем же случае при фрезеровании цветных металлов постоянство температуры не соответствует постоянству усадки стружки и разделение сил следует проводить не при постоянной температуре, а при постоянной усадке.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Резание металлов и инструмент. Под редакцией А. М. Розенберга. Машиностроение, Москва, 1964.
2. А. М. Розенберг, Г. Л. Куфарев, Ю. А. Розенберг. Новые зависимости для расчета сил резания при фрезеровании. Обработываемость жаропрочных и титановых сплавов. Материалы Всесоюзной межвузовской конференции. Куйбышев, 1963.
3. А. М. Розенберг, А. Н. Еремин. Элементы теории процесса резания металлов. Машгиз, 1956.
4. А. И. Промптов. Динамика скоростного фрезерования сталей торцовыми фрезами. Диссертация. Томск, 1953.
5. А. М. Розенберг, Г. Л. Куфарев, Ю. А. Розенберг, А. А. Козлов, С. И. Тахман. Расчет сил резания при торцовом фрезеровании. Изв. ТПИ, том. 138, 1966.